

教育部教學實踐研究計畫成果報告

計畫編號：PED107028

學門分類：教育學門

執行期間：2018-08-01～ 2019-07-31

學生學習教育統計的學習概念、學習方法與混成學習成效關連之研究

配合課程：數理教育統計

計畫主持人：溫嫩純

共同主持人：李文瑜

執行機構及系所：國立彰化師範大學科學教育研究所

繳交報告日期：2019/09/19

(學生學習教育統計的學習概念、學習方法與混成學習成效關連之研究)

一. 報告內文

1. 研究動機與目的

對量化研究者而言，統計知識與操作技巧是必學的內容。國內較缺乏學習統計的概念與學習統計的方法之相關文獻，國外已有學者針對統計的概念（conceptions of statistics）、學習統計的概念（conceptions of learning statistics）、以及學習統計的方法（approaches to learning statistics）進行研究（例如 Petocz & Reid, 2005）。Petocz & Reid 認為將研究的重點聚焦在學生的學習，而非教學者的教法，才能幫助學生發展成熟的學習方法，以及對統計本質的了解。以上論點與研究者想法相同，如果能了解學生學習統計的概念與方法，就能連結統計課程內容與教學知識，並發展出教師對統計教學的學科內容知識。

本人任教於教育領域研究所，學生來源大多是在職或職前教師，且大多是理工背景（例如數學、物理、化學、生物、工程等）。研究者於本所教授「數理教育統計」（以下簡稱統計課或本課程）多年，大多數學生表示修習本課程主要為了培養自己量化資料分析的能力，以協助學位論文的撰寫；此外他們也表示希望修習本課程以培養閱讀量化文獻的能力。但提及對統計的印象，大約有一半以上的學生表示害怕、焦慮、不易學習等感受。儘管有少部分學生在大學時期有修習過類似課程（例如教育統計、數理統計、機率學等），他們都表示已經遺忘大部分學習內容，只記得少數專有名詞但無法解釋。研究者反思近年的教學改進，多集中於研究者本身之因素（例如課程內容調整、教學方式調整），而較缺少對「學習者自身因素」的了解與連結。因此，除了教學方式的改進之外，是否有源自於學生本身的因素會影響其學習效果？若能找出這些因素，能否回饋於教學改進並協助有效學習？經由先前的文獻閱讀，研究者發現學生的學習概念與學習方法會影響學習成效，統計學習是否也是如此？學生學習統計的概念與方法為何？與學習成效的關係又是什麼？這就形成了本研究的問題。

本計畫研究目的為探討學生學習統計的概念與方法，並於調整混成教學內容與方式之後，進一步了解學習概念、方法、與學習成效的關係。研究目標如下：

- A. 了解學生學習統計的概念；
- B. 了解學生學習統計的方法；
- C. 了解學生學習統計的概念、方法、與混成學習成效的關連；
- D. 歸納教學反思與學生回饋。

2. 文獻探討

2.1 統計學習的現況與相關研究

近年來統計教育已經形成一個研究的領域（Ben-Zvi & Garfield, 2008），也表示有許多學者開始重視統計的教與學。但國內並沒有特別針對「統計的教育」之相關期刊，大多附屬於測驗評量或數學教育類別刊物，對統計教育的重視度還可以再提升。研究者搜尋文獻發現，國內針對統計教育的研究相對較少（林曉芳，2013；林曉芳和盧冠樺，2009；吳鐵雄、林清山和盧欽銘，1986；譚克平，2005），國外則因為有統計教育專業

期刊以及學會之故，文獻相對較多。國內外的統計學習相關文獻，有的是針對中小學階段的統計教育進行討論，有的是針對大學與研究所階段，有的是針對各種職業類別需要的統計進行探討，為了聚焦文獻探討的範圍與目標，以下僅針對廣義的統計教學與學習相關文獻回顧、以及「教育統計」的教學與學習相關研究進行歸納與整理。

2.1.1 統計的教學與學習

Garfield 與 Ahlgren (1988) 提到大學階段通常是學生第一次系統性學習統計的階段，統計的學習內容包括描述統計、機率、以及推論統計三部分。Garfield & Ahlgren 發現大部分文獻都提到，學生無法理解這些基本的概念，也無法解應用問題。學生主要的學習困難包括：(a)學生面對包含數字的統計問題時自動轉成「數字運算模式 (number crunching)」而不是先形成對問題的內在表徵；(b)學生傾向記憶公式與計算步驟，因此較難進行遷移。Garfield 與 Ahlgren 針對教師教學提出八點建議，其中對本研究有啟發意義的例如運用活動或電腦模擬取代抽象化的教學、讓學生了解統計與現實的關聯而非只是符號、使用視覺圖像表徵並強調探索式資料分析 (exploratory data methods)、以及明確指出常見的統計錯誤。Garfield (1995) 的文獻回顧總結出幾項學習統計的基本原則，研究者認為重要的有：(a)學生藉由建構知識而學習，(b)學生藉由主動參與學習活動而學習，(c)學生藉由練習而學習，(d)教師不可低估學生在學習基礎統計概念的困難度，(e)學生必須先察覺他們有錯誤概念才能正確學習，(f)學生若能持續不斷獲得學習成果的回饋則能學得更好，以及(g)沒有任何一種教學方法適用所有學生。

Garfield & Ben-Zvi (2007) 再次針對統計的學習進行文獻回顧，研究者提出可啟發本研究的幾點如下：(a)線上課程的效果不定，網路學習或混成學習是否比傳統教學能提升成效，研究都沒有一致定論；(b)修課之後學生的延宕記憶變得零碎；(c)合作學習對統計學習有顯著成效；(d)學生對統計的負面態度與焦慮相當普遍，而且與學習成就沒有關連，也就是說高統計學習成就的學生仍可能對統計有負面情緒與高焦慮。

從上述幾篇文獻回顧可以發現，多數對統計學習的研究以大專生/研究生為主，除了情意上感受普遍負面之外，學生於概念理解仍多有錯誤之處，而數位學習的趨勢不一定能帶來益處，以上提及的這些結果仍有待未來研究釐清。

統計教育領域的學者群 (Aliaga et al., 2005) 透過美國統計學會制定了「統計教育評量與教學準則 (Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education, 簡稱 GAISE)」，提出六項一般性的建議，認為教授大專統計概論應(a)重視統計素養並培養統計思考；(b)使用真實資料；(c)強調概念理解而不僅是程序知識；(d)促成課室中的主動學習；(e)運用科技發展概念理解與分析資料；以及(f)運用評量來促進與評估學生的學習。近來美國統計學會又更新了 GAISE 準則 (GAISE College Report ASA Revision Committee, 2016)，除了調整準則的順序之外，也針對教導統計思考的部份增加了兩項重點：教導學生統計室問題解決與做決策的探究過程，並且要提供學生多變數思考的經驗。GAISE 提供這六項準則中的每一項都說明了學生應該學到什麼概念、教師可以如何教的建議，這些內容可以作為本研究在課程發展上的參考。

2.1.2 教育統計課程相關研究

國內每年的教育學門學生人數相當多，105 學年度的公私立大專院校學士班總人數有 21674 人，碩士生有 14292 人，博士班有 2850 人 (資料來源：教育統計年報，

http://stats.moe.gov.tw/files/ebook/Education_Statistics/106/106edu_EXCEL.htm)。教育統計學有的開課在研究所層級提供教育領域研究生修習，有的開在大學部教育相關學系之必修或選修，或者是開課在培養職前教師的師培課程當中。以上述人數來看，教育統計課程涉及的學生人數不可小覷。但是在過去文獻當中，針對教育統計課程的研究並不多。譚克平（2005）以科學教育領域研究生為對象，運用設計研究法來調整教學方法並做改進，研究發現學生有不少錯誤概念，並建議統計的教學不應只著重在統計方法和數學運算的技巧，而應該注重統計概念的了解，以及這些方法的應用與詮釋結果。

林曉芳、盧冠樺（2009）研究發現顯示，即使是修習過統計學，學生仍有可能因為更了解統計、進行了更多的統計操作與應用，而維持負面態度；也就是學會概念不等同於降低焦慮或壓力。這樣的研究結果讓研究者深思從學生方向思考統計學習概念與方法的重要性，也提供了未來教學設計上的參考。Tarmizi & Bayat（2010）運用問題導向學習（Problem-based learning, PBL）並結合作業學習法於馬來西亞的教育統計課程當中，研究發現 PBL 課程可以有效促進學生的後設認知與學習動機，學生在教學前後的學習成效有顯著進步。後設認知與學習成效有關，但動機與學習成效則沒有顯著相關。由於作者並沒有提供後設認知與動機工具的前後測敘述統計，僅呈現前後測 t 檢定結果，因此無法得知是否在前測時動機如何。林曉芳（2013）運用合作學習策略於研究所教育統計課程，發現能提升學習效率，也能彼此協助促成社會建構，也較能降低學習焦慮。此研究對於教育統計相關概念的探討較少，主要聚焦在合作學習與人際互動方面。但是此研究對於如何進行小組合作學習與是否要重新分組提供了很寶貴的經驗。結合林曉芳的研究與 Tarmizi & Bayat 的研究可發現，搭配合作學習對提升統計學習的情意因素有所幫助。

近年網路學習蔚為風潮，在為數不多的教育統計研究文獻當中，Thompson 的研究運用真實學習理論（authentic learning）設計 Community Action Projects for Students Utilizing Leadership and E-based Statistics（簡稱 CAPSULES），強調真實問題的解決、小組合作問題解決、與服務學習。服務學習的部份是透過社區服務發展（community outreach）的方式，藉由大學現有的資源，讓學生與研究機構合作進行真實資料的分析。參與 CAPSULES 課程的學生在課程結束後的領導力與統計自我效能都有提升，也肯定課程的成效。近年來有越來越多的研究顯示學生的學習成就與學習概念、學習方法有關（Kizilgunes, Tekkaya & Sungur, 2009; Peterson, Brown, & Iring, 2010），再加上研究者想要探討學生自身因素對學習成效的影響，因此以下針對學習概念、學習方法進行文獻探討。

2.2 學習統計的概念（Conceptions of learning statistics）

學習概念（conceptions of learning）指的是學習者對學習經驗的看法（Säljö, 1979），近年來已有相當多的學習概念研究運用在各領域的學習上，例如學習資訊科學（或資訊工程）的概念（Liang, Su & Tsai, 2015）、學習科學的概念（Lee, Johanson, & Tsai, 2008）、學習大眾傳播的概念（Huang, Liang & Tsai, 2017）等。有一部分的學習概念的研究使用現象圖學法（phenomenography），用質性的方式描述意義，並將分析後得到的類別依照限制性最多排序到最廣、最具包含性者，而類別之間有高低階層之分。例如 Tsai（2004）研究學高中生學習科學的概念，可以分為記憶、準備考試、計算、增加知

識、應用、了解概念、用新角度看現象等七個類別。記憶是較為低階，而新角度則是高階的學習概念。

探討統計概念 (conceptions of statistics, COS) 與學習統計概念 (conceptions of learning statistics, COLS) 的研究雖然不多，但是仍能給予本研究良好的基礎與方向。Reid & Petocz (2002) 運用現象圖學法探討 COS，將統計概念分為三大類、六小類，第一大類是技術面，包含「統計是個人的數學活動、統計使用個人的統計技巧、統計是統計技巧的集合」，第二大類是運用資料面，包含「統計是分析與詮釋資料、統計是運用不同統計模型了解真實生活的方法」，第三大類是意義面，包含「統計是了解世界與發展個人意義的工具的集合」。Petocz & Reid (2001) 也是運用現象學圖法了解學生的 COLS，包括「學統計就是做統計 (題目或活動)、學統計是蒐集資訊與方法提供未來使用、學統計就是應用統計方法來了解統計、學統計就是連結統計理論與實務以了解統計、學統計是使用統計概念來拓展到統計以外科目的理解、學統計就是運用統計概念來改變看法」等六個類別。

Petocz 和 Reid 的研究團隊陸續運用 COS 和 COLS 進行了延伸的研究 (Petocz & Reid; 2002; 2005, 2007)，值得一提的是 Petocz & Reid (2002) 除了探討 COLS 之外，還探討學生對教統計學的概念 (conceptions of teaching statistics, CTS) 來反映學生對教學者的期待與感受並歸納為五個類別，由低階到高階為：「提供教材、動機與結構」、「解釋教材並幫助學生作業」、「連結統計概念並引導學習」、「符合學習者個人需要」、「成為培養開放態度的催化劑」。Petocz & Reid (2002) 的研究發現 CLS 和 CTS 之間有所關連，當學生的 CLS 越低階，他們持有的 CTS 也越低階。他們也建議統計的教學應該朝向以支持學生學習為主，而不是朝向課程內容為主。學習概念的研究可以了解學生對統計本質的理解，而學習方法的研究則可以了解學生學習統計持有什麼樣的動機與策略。以下簡介學習方法研究與學習統計方法的文獻。

2.3 學習統計的方法 (Approaches to learning statistics)

學習方法 (approaches to learning) 指學習者進行學習任務的方法 (Biggs, 2001)。一般可以區別為深層學習方法 (deep approach) 與表面學習方法 (surface approach)。無論深層或表面學習方法，都可再區分為動機與策略兩部分。表面學習方法跟外在動機有關，學習者若使用表面學習方法通常運用機械式記憶的策略來學習零碎的知識；運用深層學習方法的學生內在動機強，較會使用有意義的學習策略 (Lin, Liang & Tsai, 2012)。學習方法的研究一般都是運用問卷調查，問卷的面向包括上述的表面動機 (surface motive)、表面策略 (surface strategy)、深層動機 (deep motive)、深層策略 (deep strategy) 等四個向度，有的研究 (例如 Bilgin & Crowe, 2008) 還包含了成就動機 (achieving motive) 與成就策略 (achieving strategy) 兩向度。

在統計教育領域討論學習統計的方法 (approaches to learning statistics 簡稱 ALS) 的研究也是相對較少。Gordon (1999) 發展出學習統計方法問卷，包括深層方法與表面方法兩個向度，發現大學生在表面學習方法的平均分數顯著高於深層方法，表示許多學生都是使用表面方法學習統計。Gordon 運用叢集分析將學生分成深層高成就、深層低成就、表面高成就、表面低成就四組，深層高成就與表面低成就兩組和過去研究結果相符，不過 Gordon 對於深層低成就與表面高成就這兩組的探討較少，值得後續再深入了

解。Bilgin & Crowe (2008) 針對修習統計課程的學生調查學習統計的方法，發現研究生的深層策略分數顯著高於大學生，而無論是什麼背景的學生在成就 (achieving) 的向度變異程度都比表面與深層來得大。

許多研究都顯示學生的學習概念和學習方法會有關係 (例如 Dart et al., 2000; Lee, Johanson, & Tsai, 2008; Huang, Liang & Tsai, 2017)，如果學習概念層次較低者，通常會使用較表面的學習方法，而具有高階學習概念的學習者較會使用深層學習方法。除了相關性的研究之外，也有運用學習概念預測學習方法的研究方式 (Liang, Su & Tsai, 2015)。因此，若能事先瞭解學生的 CLS 與 ALS，則能夠調整課程內容與教學方法，從學生的需求出發以支持統計學習，這也是本研究的目的之一。本研究修改 Lee 等人 (2008) 的問卷並發展成一份學習統計方法問卷 (Approaches to learning statistics questionnaire, ALSQ)。

2.4 統計的混成學習

運用數位科技或網路進行學習已經是很常見的方式，但是如果缺乏合作學習的元素 (例如 Summers & Waigandt, 2005 的研究) 就有可能導致數位學習成效不良。運用網路學習有很多方式，有的是完全只在線上上課 (同步或非同步)，有的是結合網路與實際教室面對面授課的模式，又稱為混成學習 (blended learning 或 hybrid learning)：部分時間運用網路上課，部分時間面授。混成學習因為有面對面課程，能彌補完全線上課程、完全面授課程的限制。運用混成學習於統計教育的研究很多 (Newmann, Newmann & Hood, 2011)，例如 Lovett, Meyer 和 Thille (2008) 就比較了好幾種不同的網路統計學習模式，發現混成學習方法能有效加速統計學習。翻轉教室 (flipped classroom) 教學法是混成學習法的一種特例，一樣具備線上學習與面對面授課兩種模式，但是翻轉教室的特色是學習順序的調整。以往的傳統教學 (無論是面授或線上課程)，大都是學生先聆聽教師講解教材之後，回家完成作業或複習。翻轉教室將教師講解的部份以數位教材取代，並且讓學生在家自行學習當次上課教材，等到教學時間時師生回到教室中，完成作業與複習。翻轉教室模式最早是 Bergmann & Sams 於 2007 年在美國創立的創新教學模式 (Bergmann & Sams, 2012)，後來 Khan 創辦可汗學院 (Khan Academy) 並上傳許多教學影片，為翻轉教室提供了教學資源 (王亦穹譯, 2013)。近年來翻轉教室在國內外相當風行，無論是中小學或是大學都有許多教師嘗試翻轉教學法，會普及的原因可能是科技進步導致學習方式轉換為自我引導方式 (self-directed learning)，因此翻轉教室的方法能迅速擴散 (黃政傑, 2014)。翻轉教室學習法通常會搭配合作學習，並且能培養學生自我決定感 (亦即可自我控制)，並促進師生互動 (黃政傑, 2014)，研究者近年來運用翻轉教室教學法於教育統計課程，也有相同體認。

同樣運用翻轉教室於統計教學，Winqvist & Carlson (2014) 的研究發現運用翻轉教室學習統計的學生，在 20 至 24 個月之後其統計表現顯著優於在傳統課室學習統計的學生。而國內也有運用合作學習搭配翻轉教室學習統計的例子 (Chen & Chen, 2015)。

歸納上述所有文獻探討的內容，要達到有效的教育統計學習，應該讓學生主動且合作建構知識，注意學生學習統計的概念與學習統計的方法，並適當調整課程進度與教學方式，才能達到有效的統計學習之目標。

3. 研究方法(Research Methodology)

本研究運用發展現象圖學 (Bowden, 2000)，以改善統計教學與學習實務為目標，研究流程分成四個階段，(1)工具準備與調查階段：運用現象圖學法

(phenomenography) 訪談已經修習過數理教育統計的學生 (30 人)，了解他們學習統計的概念，利用「統計學習方法問卷」調查學生的學習方法，並進行資料分析，預期將得到具有階層性的概念類別與方法類別；(2)課程調整與修正階段：接著運用分析結果進行整體課程重新設計，以研究者熟悉的翻轉教室教學法為基礎，針對混成學習的特性與學生的學習概念、學習方法，設計合適的評量方式作為學習成效指標，並調整課程內容或教學方式；(3)教學實施階段：實際教學時收集學生 (11 人) 的上課文件 (包括期初/期末之學習概念與方法現象圖學訪談逐字稿、登入雲端學院之相關記錄、於雲端學院輸入之作業、測驗、議題討論、分組討論等資料、課堂上進行活動之影音文件記錄等)，收集教學相關文件資料 (例如預錄影片與講義、教師互動頻率與內容、研究者之每週反思日誌等)；(4)資料分析與形成結論階段：完成資料收集並分析資料，最後形成研究結論並撰寫報告、進行論文發表。

現象圖學法訪談晤談題目共有六題，藉由分析訪談資料，了解意義的集合與變異，並將分類後的概念建立成具有高低階層的描述空間。本研究藉由現象圖學法形成學習統計的概念。

統計學習方法問卷 (Approaches to learning statistics questionnaire, ALSQ) 由科學學習方法問卷 (Lee, Johanson, & Tsai, 2008) 改編而來，共有 29 題，為五等第量表。問卷包含四個向度：深層動機、深層策略、表面動機、以及表面策略。

4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

4.1 教學過程與成果

4.1.1 學生學習統計的概念

經過現象圖學分析得到已經修讀統計學的學生，其學習統計的概念可分類如下表。

屬性	類別	簡述
課程	學科	統計就是一門選修或必修的學科
	數學	統計就是數學
技術	工具	統計學就是處理資料的一種工具
	程序	統計學包含處理資料以及後續的分析和詮釋
批判 思考	應用	統計學除了協助研究報告和論文之外也可以應用在生活或工作上的問題
	溝通	統計學可以了解別人的研究內容，可以做為說服他人的管道
	意義	統計學可以讓我們了解到生活中許多統計數據背後的真相

從這個結果可以發現，學生對於學習教育統計的概念由低階到高階可以分為數個分類層次，經由觀察發現修習 107-1 課程的同學大致上仍然維持與上課前差不多的概念層次。

4.1.2 學生學習統計的方法

由下表可知，先前已經修過統計的 30 位學生，其學習統計的方法在深層動機($t=4.40, p<.001$)與深層策略($t=3.66, p=.001$)上顯著高於尚未修習統計的 11 名學生，表示尚未修習過數理教育統計的學生較缺乏深層的學習動機與學習策略。

向度	先前已修習過		107-1 正要修習 (前測)		107-1 正要修習 (後測)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
深層動機	3.63	0.71	2.56	0.66	3.50	0.59
深層策略	3.90	0.62	3.06	0.74	4.03	0.57
表面動機	3.17	0.78	3.27	0.63	3.21	0.67
表面策略	2.50	0.77	2.84	0.56	2.15	0.54

此外，107-1 修習教育統計的同學，在上課之後，學生有較多的深層動機($t=3.53, p=.005$)與深層策略($t=6.00, p<.001$)，並表現較少的表面策略($t=-3.28, p=.008$)，表示學生在經過教學之後，能使用較多的深層學習方法，並且減少表面策略的運用。

而比較先前已修習過的學生和 107-1 修課後，雖然 t 檢定並未達顯著差異，但在表面策略向度的比較上，先前已修過同學平均為 2.50，107-1 修課後平均為 2.15，其差異達中等效果量($d=0.49$)。表示本課程修習之後，學生在表面策略的運用上，比先前 30 位學生還少。

4.1.3 學生學習統計的概念、方法、與混成學習成效的關連

由學習統計的概念(後測晤談)發現，學生的概念層次有提升的趨勢，也因此會改變學習的方法(例如多思考)。

學習成效後測與表面策略相關係數為 0.658 ($p=.028$)，表示以選擇題、低階認知層次為主的學習成效測驗與學習者的表面策略有中度相關

4.2 教師教學反思

4.2.1 統計學習概念所涉及的階層與分類，比本人原本想像得更複雜。因此在上課時會更留意學生的概念層級，並提供學生更多高層次分類的範例。

4.2.2 統計學習方法在深層策略、深層動機、以及表層策略上可以經由課程進行改善，但表層動機仍無法在本次教學上看到變化。是否代表本人授課時並未特別重視表層動機的改變，需要進一步反省授課內容。另外，表面動機的維持也有實際上的重要性，畢竟學生學習本課程仍然對其論文撰寫有所幫助，因此本人並不認為表層動機有一定要改善的地方。

4.2.3 此次使用的學習成效指標為選擇題型的測驗，主要著重在記憶理解，應調整為概念的融會貫通與應用，可作為下次課程的發展依據。

4.2.4 學生回饋有提到作業練習的方式，本人也將此建議與下次課程時調整作業模式，先給予小的練習，再進行較廣泛的回家作業。

4.3 學生學習回饋

4.3.1 學生後測晤談中對課程的想法

- (1) 課前自學的(教師預錄)影片有助於思路的建立
- (2) 上課時的操作也能與影片中的理論連結
- (3) 可以回頭再看一次影片中的內容
- (4) 課後有看不懂的地方會自己上網尋找資料或請教同學
- (5) 統計的名詞很多，但經過上機練習與老師補充講解就能理解
- (6) 翻轉教室影片比較長，需要靜心才能有效的瀏覽

4.1.2 期末教學評量總平均 4.84 分(滿分 5 分)，匿名建議條列如下:

- (1) 老師的教學，非常符合研究所學生的需求，大多的研究生因為量化需要學會統計。原本滿不喜歡數學的學生，在經過老師的教學後，竟然可以針對其他人的文獻或研究數據，進行討論與批判，這是我覺得收穫做多的課程之一。
- (2) 老師講解很生活化，很親切
- (3) 老師講解很詳盡，同學有問問題也會找資料回答大家，建議老師在實作方面，在課堂可以給我們一些小的練習再進行回家作業，這樣在作作業會比較有概念比較熟練，也比較不會是大家照著課本寫但不知道為什麼要那樣寫

5 研究結論

5.1 研究生學習教育統計的概念，可以由低而高分為三個層次

5.2 已經修過統計的學生，其學習方法較為深層。且修習本次課程的學生於學期末的「表面策略」向度平均分數比過去曾修習過學生低

5.3 統計學習的概念與方法有關，但與學習成效的相關無法以傳統評量的方式得知

5.4 學生對於課程的感受正面，除了當面晤談給予正面回饋之外，於匿名的教學評量也提供正向文字建議

二. 參考文獻(References)

林曉芳 (2013)。合作學習教學策略在成人教育之應用。 **教育學術彙刊**，5，83-102。

林曉芳和盧冠樺 (2009)。統計學令研究生害怕嗎？以教育統計學的學習歷程為例。 **明道學術論壇**，5 (2)，41-62。

吳鐵雄、林清山、盧欽銘 (1986)。統計學電腦輔助教學教材軟體設計與研究。 **教育心理學報**，19，55-66。

黃政傑 (2014)。翻轉教室的理念、問題與展望。 **臺灣教育評論月刊**，3 (12)，106-185。

譚克平 (2005)。 **提昇科教研究生基本統計能力之研究**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告。(編號：NSC 93-2521-S-003-013)，未出版。

王亦穹 (譯) (2013)。 **可汗學院的教育奇蹟：兩億人的家教課，跟比爾·蓋茲的孩子一起學習** (原作者：薩爾曼·可汗)。台北：圓神。(原著出版年：2012)

Aliaga, M., Cobb, G., Cuff, C., Garfield, J., Gould, R., Lock, R., ... & Witmer, J. (2005). *GAISE college report*. http://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/2005GaiseCollege_Full.pdf

Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2008). Introducing the emerging discipline of statistics education.

- School Science and Mathematics*, 108(8), 355-361.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip YOUR classroom: Reach every student in every class every day*. Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education.
- Biggs, J. (2001). Enhancing learning: A matter of style or approach? In R. J. Stenberg & L. F. Zhang (Eds.), *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles* (pp. 73-102). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bilgin, A., & Crowe, S. (2008). Approaches to learning in statistics. *Asian Social Science*, 4(3), 36-42.
- Bowden, J. A. (2000). The nature of phenomenographic research. In J.A. Bowden & E. Walsh (Eds.), *Phenomenography* (p.1-18). Sweden: Acta Universitatis Göthenburgensis
- Chen, L. & Chen, T.-L. (2015). Students' perspectives of using cooperative learning in a flipped statistics classroom. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(6), 621-640.
- Dart, B. C., Burnett, P. C., Purdie, N., Boulton-Lewis, G., Campbell, J., & Smith, D. (2000). Students' conceptions of learning, the classroom environment, and approaches to learning. *The Journal of Educational Research*, 93(4), 262-270.
- GAISE College Report ASA Revision Committee. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education college report 2016*. Retrieved from http://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege_Full.pdf.
- Garfield, J. (1995). How students learn statistics. *International Statistical Review*, 63(1), 25-34.
- Garfield, J., & Ahlgren, A. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. *Journal of Research in Mathematics Education*, 19(1), 44-63.
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Gordon, S. (1999). *An instrument for exploring students' approaches to learning statistics*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (Quebec, Canada, April 19-23).
- Huang, W.-L., Liang, J. C., & Tsai, C.-C. (2017). Exploring the relationship between university students' conceptions of and approaches to learning mass communication in Taiwan. *Asia-Pacific Education Researcher*. Advance online publication. doi.org/10.1007/s40299-017-0364-z
- Kizilgunes, B., Tekkaya, C., & Sungur, S. (2009). Modeling the relations among students' epistemological beliefs, motivations, learning approach, and achievement. *The Journal of Educational Research*, 102, 243-255.
- Lee, M.-H., Johanson, R.-E., & Tsai, C.-C. (2008). Exploring Taiwanese high school students' conceptions of and approaches to learning science through a structural equation modeling analysis. *Science Education*, 92, 191-220.
- Liang, J. C., Su, Y. C., & Tsai, C. C. (2015). The assessment of Taiwanese college students' conceptions of and approaches to learning computer science and their relationships. *The Asia-*

- Pacific Education Researcher*, 24(4), 557-567.
- Lin, Y.-C., Liang, J.-C., & Tsai, C.-C. (2012). The relationships between epistemic beliefs in biology and approaches to learning biology among biology-major university students in Taiwan. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 796-807.
- Lovett, M., Meyer, O., & Thille, C. (2008). JIME - The open learning initiative: Measuring the effectiveness of the OLI statistics course in accelerating student learning. *Journal of Interactive Media in Education*, 2008(1), p.Art. 13. doi: <http://doi.org/10.5334/2008-14>
- Peterson, E. R., Brown, G. T. L., & Irving, S. E. (2010). Secondary school students' conceptions of learning and their relationship to achievement. *Learning and Individual Differences*, 20, 167-176.
- Petocz, P., & Reid, A. (2001). Students' experience of learning in statistics. *Quaestiones Mathematicae, Supplement 1*, 37-45.
- Petocz, P., & Reid, A. (2002). *How students experience learning statistics and teaching*. Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics, ICOTS6, Durban, July.
- Petocz, P., & Reid, A. (2005). Something strange and useless: service students' conceptions of statistics, learning statistics and using statistics in their future profession. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36(7), 789-800, doi: 10.1080/00207390500271503
- Petocz, P., & Reid, A. (2007). *Learning and assessment in statistics*. Proceedings of the ISI/IASE Satellite Conference on Assessing Student Learning in Statistics. International Statistical Institute, Voorburg, The Netherlands.
- Reid, A., & Petocz, P. (2002). Students conceptions of statistics: A phenomenographic study. *Journal of Statistics Education*, 10(2). Retrieved from <http://www.amstat.org/publications/jse/v10n2/reid.html>
- Säljö, R. (1979). *Learning in the learner's perspective I: Some commonsense conceptions*. Gothenburg: Institute of Education, University of Gothenburg.
- Summers, J., & Waigandt, A. (2005). A comparison of student achievement and satisfaction in an online versus traditional face-to-face statistics class. *Innovative Higher Education*, 29(3), 233-250.
- Tarmizi, R., A., & Bayat, S. (2010). Effects of problem-based learning approach in learning of statistics among university students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 384-392.
- Tsai, C.-C. (2004). Conceptions of learning science among high school students in Taiwan: A phenomenographic analysis. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1733-1750.
- Winquist, J. R. & Carlson, K. A. (2014). Flipped statistics class results: Better performance than lecture over one year later. *Journal of Statistics Education*, 22(3), 1-14.